

**PENGARUH SAMPING INSEKTISIDA BAHAN AKTIF
SPINETORAM 120 g/l DAN KLOTRANILIPROL 50 g/l
TERHADAP MORTALITAS DAN KEMUNCULAN IMAGO
*Trichogramma chilonis***

**Oleh
ANISA MUFIDA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**PENGARUH SAMPING INSEKTISIDA BAHAN AKTIF
SPINETORAM 120 g/l DAN KLOTRANILIPROL 50 g/l
TERHADAP MORTALITAS DAN KEMUNCULAN IMAGO
*Trichogramma chilonis***

**OLEH
ANISA MUFIDA**

135040200111030

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2018

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Mei 2018

Anisa Mufida



RINGKASAN

ANISA MUFIDA. 135040200111030. Pengaruh Samping Insektisida Bahan Aktif Spinetoram 120 g/l dan Klorantraniliprol 50 g/l Terhadap Mortalitas Dan Kemunculan Imago *Trichogramma chilonis*. Dibawah Bimbingan Dr.Ir.Toto Himawan, SU. dan Tita Widjayanti, SP., M.Si.

Konsep PHT sudah dikenal di Indonesia sejak tahun 1976. Salah satu aspek PHT (Pengelolaan Hama Terpadu) adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan populasi hama yang merugikan. Salah satu musuh alami yang sering digunakan adalah *Trichogramma*. *Trichogramma* merupakan parasitoid yang telah digunakan untuk mengendalikan serangga hama terutama dari ordo Lepidoptera, pada 20 spesies tanaman pertanian, perkebunan, dan kehutanan yang meliputi 28 spesies serangga hama beberapa diantaranya adalah *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Etiella zinckenella* (Treitschke), serta penggerek batang dan pucuk tebu. Pada tahun 2010 *Trichogramma* sp. mulai dikenal sebagai musuh alami pada tanaman padi. Dalam PHT penggunaan pestisida merupakan salah satu strategi yang digunakan untuk mengendalikan populasi hama sebagai alternatif terakhir pengendalian. Akan tetapi hanya sedikit informasi mengenai pengaruh insektisida yang berbahaya dan tidak terhadap *Trichogramma* di Indonesia agar aman digunakan dalam kombinasi strategi PHT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dua jenis insektisida terhadap mortalitas imago dan kemunculan imago *Trichogramma*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang mulai bulan September hingga Januari 2018. Penelitian ini terdiri dari dua uji yaitu uji mortalitas imago dengan metode residual dan uji pengaruh insektisida pada kemunculan imago. Kedua uji menggunakan dua jenis insektisida pada konsentrasi anjuran lapang untuk pengendalian hama penggerek batang padi yaitu Spinoteram 120 g/l konsentrasi 1 ml/l dan Klorantraniliprol 50 g/l konsentrasi 3 ml/l. Uji metode residual dilakukan pada tabung kaca (d=2,5 t=17) ditetesi dengan larutan insektisida dan dikeringkan ± 1 jam. Kemudian 20 imago *Trichogramma* sp. dilepaskan ke dalam tabung pada waktu residu yang berbeda 0,3,6 jam dan diamati mortalitas *Trichogramma chilonis*. Pada uji terhadap kemunculan imago digunakan pias berisi 40 telur *C.cephalonica* terparasit *Trichogramma* sp. (umur 4 hari) yang dicelupkan pada larutan insektisida kemudian dikeringkan 10 menit dan dipindahkan kedalam botol kaca (10ml). Kemudian diamati jumlah imago yang muncul dari tiap pias.

Hasil penelitian uji residual menunjukkan adanya pengaruh residu insektisida terhadap mortalitas imago *T.chilonis*. Berdasarkan kategori IOBC Spinoteram termasuk kategori berbahaya dan Klorantraniliprol termasuk kategori tidak berbahaya. Pada hasil uji kemunculan imago menunjukkan adanya pengaruh insektisida pada kemunculan imago pada perlakuan Spinoteram. Pengaruh Spinoteram terhadap kemunculan imago termasuk kategori berbahaya sedangkan Klorantraniliprol termasuk kategori tidak berbahaya. Diduga Spinoteram memiliki fungsi ovisida sehingga mampu mempenetrasi telur inang dan mengakibatkan kegagalan imago muncul. Sedangkan Klorantraniliprol lebih selektif untuk pengendalian hama jenis Lepidoptera dan memiliki tingkat toksisitas rendah pada musuh alami baik predator maupun parasitoid. Klorantraniliprol dapat digunakan dalam strategi PHT untuk pengendalian hama penggerek batang padi.

SUMMARY

ANISA MUFIDA. 135040200111030. Side Effect of Insecticide Spinoteram 120 g/l and Chlorantraniliprole 50 g/l on *Trichogramma chilonis* adult mortality and adult emerge. Supervised by Dr.Ir.Toto Himawan, SU. and Tita Widjayanti, SP. MSi.

IPM program has been known in Indonesia since 1976. One aspect of IPM (Integrated Pest Management) is the utilization and use of natural enemies to control harmful pest populations. One of the most commonly used as biological control is *Trichogramma*. *Trichogramma* is genus of parasitoid that has been used to control insect pests especially from the order Lepidoptera, on 20 species of agricultural crops, plantations and forestry which includes 28 species of insect pests, among them are *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Etiella zinckenella* (Treitschke), and stem borer sugarcane. At 2010, *Trichogramma* became known as biological control on rice crops after one farmer successfully utilized it. In IPM program, pesticides is one of the strategies used to control pest populations as the last alternative of control. However, there is a little information about the effect of insecticides that are dangerous or harmless on *Trichogramma* in Indonesia for safety use in IPM strategy. This study aims to determine the effect of two insecticides on adult mortality and adult emerge *Trichogramma chilonis*.

The research was conducted at the Laboratory of Biological Control of the Department of Pest and Disease, University of Brawijaya Malang from September to January 2018. This research consisted of two tests: adult mortality test and adult emerge test. Both tests used two types of insecticides at field-recommended concentrations for rice stem borer control. There are Spinoteram 120 g / l at concentration 1 ml / l and chlorantraniliprol 50 g / l at concentration 3 ml / l. The residual method test was performed inside glass tube (d = 2.5 t = 17) coat with insecticide solution and dried for ± 1 hour. Then 20 adult *Trichogramma chilonis* was released into the tube at different residual time (0,3,6 hours) and the mortality of *Trichogramma chilonis* was observed. In adult emerge test used card contains 40 eggs of *C. cephalonica* paraizitized by *Trichogramma* sp. (age 4 days) dipped in insecticide solution then dried 10 minutes and transferred into glass bottle (10ml). The number of adult that emerged from each card was observed.

The result of residual test showed that there is an effect of insecticide residue on adult mortality of *T. chilonis*. Under IOBC category, Spinoteram is dangerous and Chlorantraniliprol is harmless. In the results of adult emerge test showed that insecticide has an effect on imago emerge on Spinoteram treatment. The effect of Spinoteram on adult emerge is categorized as dangerous while Chlorantraniliprol is harmless. Spinoteram has an ovicidal function that is able to penetrate the host egg and cause adult *T.chilonis* failure to emerge. While chlorantraniliprol is more selective for Lepidoptera and low toxicity on natural enemies both predators and parasitoids. Chlorantraniliprol can be used in the IPM strategy for rice borer stem control.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Samping Insektisida Bahan Aktif Spinetoram 120 g/l dan Klorantraniliprol 50 g/l Terhadap Mortalitas dan Kemunculan Imago *Trichogramma chilonis*.”.

Skripsi ini merupakan hasil dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan guna menyelesaikan pendidikan strata-1 (S1) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Penulis tertarik dengan berkembangnya isu mengenai pengendalian hayati menggunakan musuh alami. Pada kenyataannya kehidupan musuh alami di lahan tidak lepas dari pengaruh pestisida. Beberapa penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan adanya bahaya insektisida bagi kelangsungan hidup musuh alami. Kemudian penulis mulai mengenal tentang parasitoid telur yang sangat sering digunakan untuk pengendalian hayati yaitu *Trichogramma*. Begitu mudahnya mendapatkan *Trichogramma* memperlihatkan kemudahannya untuk diperbanyak secara massal dan tidak menghabiskan banyak biaya. Akan tetapi kehadiran parasitoid untuk dilepaskan pada suatu lahan tidak luput dari paparan insektisida. Maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai efek samping dari pestisida kimia sintetik yang digunakan pada parasitoid telur *Trichogramma*. Tentu saja penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Semoga tulisan ini dapat memberi manfaat bagi pembaca. Selain itu penulis juga memiliki harapan yang besar agar skripsi ini dapat membantu dalam mengambil keputusan pada suatu lahan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Toto Himawan, SU sebagai dosen pembimbing utama dan Tita Widjayanti, SP., M.Si. sebagai dosen pembimbing pendamping serta Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS selaku ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan atas segala bimbingan dan nasihat yang diberikan kepada penulis. Terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada kedua orang tua, kakak dan keluarga tercinta. Kepada Binti Miftakhun Nikmah, Tri Wulan Sari, Khusnun Nisa R, Annisa Hasta, Eko Febriyanto, Muhammad Esa, Agus Vina Sari, Indriyatus, Faldy Alifianto, S.Si., dan rekan-rekan HPT 2013 serta seluruh pihak atas doa dan bantuan, penulis sampaikan terima kasih.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak serta dapat memberikan pengetahuan baru khususnya di bidang pertanian

Malang, 6 Juni 2018

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 19 Agustus 1995 sebagai putri ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Hery Suatmadji dan Ibu Istiqomah. Penulis menempuh pendidikan dasar SD Girimoyo 1, Karangploso, Malang pada tahun 2001-2007, kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 3 Peterongan, Jombang pada tahun 2007-2010. Penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di MAN 3 Malang pada tahun 2010-2013. Pada pertengahan tahun 2013 Penulis terdaftar sebagai mahasiswi S1 program studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN), kemudian pada tahun 2015 penulis mengambil Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis aktif dalam kegiatan organisasi mahasiswa. Pada tahun 2013-2014 penulis pernah menjadi anggota FARMERS, kemudian pada tahun 2014-2016 penulis menjadi pengurus harian FARMERS. Penulis juga aktif dalam beberapa lomba mewakili Fakultas Pertanian untuk perlombaan antar fakultas dalam lingkup Universitas Brawijaya diantaranya adalah perwakilan tim debat bahasa Inggris Olimpiade Brawijaya pada tahun 2014, tim debat bahasa Inggris MTQ tahun 2014, tim debat bahasa Inggris UBDC 2015, lomba *adjudicator* tim debat FP UBDC tahun 2016, dan menjadi perwakilan tim debat bahasa Inggris HPT pada tahun 2015. Selain itu penulis pernah menjadi juri debat bahasa Inggris pada Olimpiade Dekan Fakultas Pertanian tahun 2017 dan 2018.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat	Error! Bookmark not defined.
II. TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 <i>Trichogramma</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Morfologi <i>Trichogramma</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Siklus Hidup <i>Trichogramma</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 Perilaku <i>Trichogramma</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2 Insektisida	Error! Bookmark not defined.
2.3 Pengelolaan Hama Terpadu (PHT)	Error! Bookmark not defined.
2.4 Morfologi Telur Serangga	Error! Bookmark not defined.
III. METODOLOGI	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tempat dan Waktu	Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
3.3 Metode dan Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Insektisida	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Perbanyakan <i>Trichogramma</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.3 Persiapan Pias	Error! Bookmark not defined.
3.3.4 Uji mortalitas dengan metode residual	Error! Bookmark not defined.
3.3.5 Uji pengaruh insektisida pada kemunculan imago ...	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
3.3.6 Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Identifikasi <i>Trichogramma</i> sp.	Error! Bookmark not defined.
4.2 Pengaruh Insektisida pada Kemunculan Imago dan Mortalitas Imago	Error! Bookmark not defined.

4.2.1 Pengaruh Insektisida Pada Kemunculan Imago...**Error! Bookmark not defined.**

4.2.2 Pengaruh Residu Insektisida pada Mortalitas Imago . **Error! Bookmark not defined.**

4.3 Pembahasan Umum**Error! Bookmark not defined.**

V. PENUTUP.....**Error! Bookmark not defined.**

5.1 Kesimpulan.....**Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA.....**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN.....**Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Uji Mortalitas Pada <i>Trichogramma</i> sp. di Laboratorium. . Error! Bookmark not defined.	
2.	Perlakuan uji kemunculan imago pada <i>Trichogramma</i> sp..... Error! Bookmark not defined.	
3.	Rerata Persentase Kemunculan Imago Error! Bookmark not defined.	
4.	Rerata Tingkat Mortalitas dan Nilai E (%) Pada Uji Residual Film.. Error! Bookmark not defined.	

Lampiran
1. Analisis Ragam Tingkat Mortalitas <i>T.chilonis</i> pada uji residual..... Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Morfologi <i>Trichogramma</i>Error! Bookmark not defined.	
2.	Alat kelamin jantan <i>Trichogramma</i> dan <i>Trichogrammatoidea</i> Error! Bookmark not defined.	
3.	Imago betina <i>Trichogramma platneri</i> oviposisi .Error! Bookmark not defined.	
4.	Telur <i>Corcyra cephalonica</i>Error! Bookmark not defined.	
5.	Perbanyakan <i>Corcyra cephalonica</i>Error! Bookmark not defined.	
6.	Identifikasi <i>Trichogramma</i> sp.....Error! Bookmark not defined.	
7.	<i>Trichogramma chilonis</i>Error! Bookmark not defined.	
8.	<i>Trichogramma chilonis</i> gagal menjadi imagoError! Bookmark not defined.	
Lampiran		
1.	<i>Trichogramma chilonis</i>Error! Bookmark not defined.	
2.	<i>Trichogramma chilonis</i> gagal muncul.....Error! Bookmark not defined.	
3.	Rancangan acak kelompokError! Bookmark not defined.	

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsep PHT sudah dikenal di Indonesia sejak tahun 1976 (Kartohardjono, 2011). Salah satu aspek PHT (Pengelolaan Hama Terpadu) adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan populasi hama yang merugikan. Musuh alami terdiri dari parasitoid, predator dan patogen hama (Setiawati *et al.*, 2000). Salah satu pengendali hayati yang sering digunakan karena kemudahan perbanyakannya adalah *Trichogramma*.

Trichogramma adalah parasitoid telur yang tergolong dalam famili Trichogrammatidae. *Trichogramma* merupakan parasitoid yang telah digunakan untuk mengendalikan serangga hama terutama dari ordo Lepidoptera, pada 20 spesies tanaman pertanian, perkebunan, dan kehutanan yang meliputi 28 spesies serangga hama (Nurindah, 2017) beberapa diantaranya adalah *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Etiella zinckenella* (Treitschke), serta penggerek batang dan pucuk tebu (Herlinda, 2005). Pemanfaatan *Trichogramma* dalam pengendalian hayati dilakukan dengan teknik inundasi yaitu melepas sejumlah besar parasitoid pada suatu areal pertanaman (Nurindah, 2017). *Trichogramma* dilaporkan mampu memarasit 51,3% populasi telur penggerek batang tebu berkilat di PT MGP Lampung (Sudarsono, 2011). Pelepasan *Trichogramma evanescens* Westwood di lapangan sebanyak 300.000 ekor/ha dapat menurunkan serangan penggerek batang jagung dari 15,8 lubang/20 menjadi 4,5 lubang/20 (Pabbage, 2013). Pada tahun 2010 *Trichogramma* mulai dikenal sebagai pengendali hayati pada tanaman padi (Yajri, 2010).

Dalam konsep PHT penggunaan pestisida merupakan salah satu strategi yang digunakan untuk mengendalikan populasi hama dengan mengikuti konsep aplikasi sesuai ambang batas ekonomi dalam kondisi penting sebagai alternatif terakhir pengendalian. Pengaplikasian pestisida oleh petani di lahan tidak saja mengenai hama target akan tetapi juga pada serangga bukan target seperti musuh alami. Aplikasi pestisida untuk mengendalikan hama akan berpengaruh terhadap hama, tanaman, dan parasitoid. Parasitoid lebih peka terhadap pestisida daripada hama sasaran (Marwoto, 2010). Seperti pengaruh deltametrin terhadap orientasi *Anagrus nilapavartae* dalam menemukan inang (Meilin *et al.*, 2015). Pengaruh

insektisida klorpirifos terhadap *Trichogramma* sehingga membutuhkan waktu lebih lama dalam memparasitasi (Delpuech dan Leger, 2011). Akan tetapi hanya sedikit informasi mengenai pengaruh pestisida terhadap *Trichogramma* di Indonesia.

Pemanfaatan agens hayati *Trichogramma* di lahan padi tentu saja tidak luput dari pengaruh insektisida. Spinetoram dan klorantraniliprol merupakan dua jenis insektisida baru yang mulai dikenal oleh petani. Kedua jenis insektisida tersebut merupakan insektisida yang di gunakan dalam pengendalian hama pada hama ordo coleoptera dan lepidopetera. Kedua jenis insektisida tersebut juga digunakan dalam pengendalian hama penggerek batang padi (DPP, 2017).

Berdasarkan informasi diatas maka diperlukan penelitian untuk mengetahui adanya potensi pengaruh samping insektisida jenis spinetoram dan klorantraniliprol terhadap *Trichogramma chilonis*.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah pengaruh insektisida berbahan aktif spinetoram dan klorantraniliprol pada konsentrasi anjuran lapang dapat mempengaruhi mortalitas imago dan kemunculan imago *Trichogramma chilonis* dari telur inang ?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh insektisida berbahan aktif spinetoram dan klorantraniliprol terhadap mortalitas imago *Trichogramma chilonis* dan kemunculan imago dari telur inang.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah insektisida spiinoteram dan klorantraniliprol berpengaruh terhadap mortalitas imago *Trichogramma chilonis* tertinggi pada residu 0 jam setelah penyemprotan dan berpengaruh terhadap kemunculan imago.

1.5 Manfaat

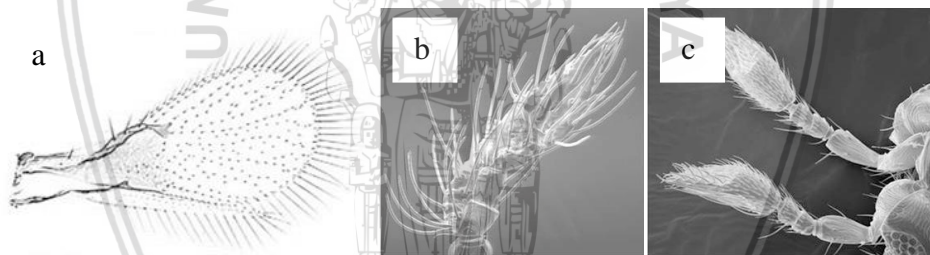
Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai pengaruh insektisida bahan aktif spinetoram dan klorantraniliprol pada *Trichogramma chilonis* agar selektif dalam pemilihan pestisida digunakan dalam praktek Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) yang aman bagi musuh alami.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Trichogramma*

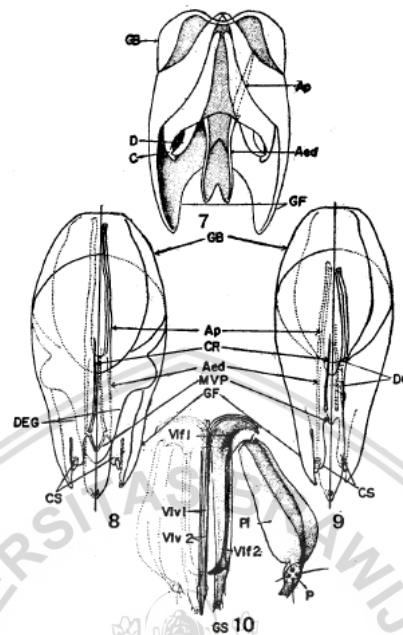
2.1.1 Morfologi *Trichogramma*

Trichogramma merupakan genus terbesar pada famili *Trichogrammatidae*, terdapat 210 spesies yang tersebar diseluruh dunia (Querino *et al.*, 2010). Pada famili *Trichogrammatidae*, beberapa karakter morfologi dapat digunakan dalam identifikasi. Untuk membedakan dua genus *Trichogramma* dan *Trichogrammatoidea* terdapat beberapa penciri utama yang dapat digunakan. Pada *Trichogrammatoidea* ditemukan dua segmen funicle pada antenna dan 3 segmen antenna club. Selain itu *Trichogrammatoidea* tidak memiliki garis RS1 (*radial sector vein tract-1st abscissa*) pada sayap depan (Nagarkatti dan Nagaraja, 1977). Sebaliknya pada genus *Trichogramma* terdapat garis RS1 dan antenna *Trichogramma* jantan yang tidak memiliki 3 segmen funicle (Nagarkatti dan Nagaraja, 1977).



Gambar 1. Morfologi *Trichogramma* (a) Sayap *Trichogramma* (b). Antena jantan *Trichogramma* (c) Antena betina *Trichogramma* (Querino *et al.*, 2010).

Untuk melakukan identifikasi selanjutnya pada spesies dibedakan berdasarkan bentuk dari alat kelamin jantan yaitu pada bagian *dorsal expansion of gonobase* (DEG) (Nagakarti dan Nagaraja, 1977) (Gambar 2). Akan tetapi selain penciri utama dari bentuk alat kelamin jantan terdapat beberapa penciri lain dalam mengidentifikasi spesies *Trichogramma*. Yaitu menggunakan penciri lainnya seperti warna tubuh dan jumlah rambut pada antenna jantan (Chan dan Chou, 2000)



Gambar 2. Sketsa gambar 7. Alat kelamin jantan Hymenoptera, 8. Alat kelamin jantan *Trichogramma*, 9. *Trichogrammatoidea*, 10. Alat kelamin betina *Trichogrammatoidea* (Nagaraja, 1978).

2.1.2 Siklus Hidup *Trichogramma*

Fase pra-imago (fase telur-larva-pupa) berkembang di dalam telur inang, memakan nutrisi dan merusak atau membunuh inang (Yunus, 2005). 1 hari setelah telur inang terparasit *Trichogramma* terbentuk larva instar 1 kemudian berkembang menjadi larva instar 2 pada hari kedua setelah terparasit. Larva berkembang dengan cepat dengan cara memakan nutrisi dari telur inang. Pada hari ke 4 *Trichogramma* berkembang menjadi pre-pupa dan menjadi pupa pada hari ke 5 setelah terparasit. Pada hari ke 4 telur inang berubah warna menjadi keabuan kemudian menjadi hitam. Warna hitam itu muncul dari hasil sekresi *labial glands* pada larva (Consoli *et al.*, 1999). Kemudian menjadi imago pada hari ke 8 (Takada *et al.*, 2000). Pada fase imago parasitoid hidup bebas diluar tubuh inang, melakukan aktivitas makan, kawin, dan meletakkan telur (oviposisi). Pada telur inang yang terparasit telur inang akan berubah warna menjadi hitam karena terbentuknya butiran-butiran pada permukaan dalam khorion. Lama siklus hidup parasitoid *T. japonicum* pada pra imago 8.2 ± 0.3 hari dan imago $1,8 \pm 0,7$ hari pada inang *C. cephalonica* (Yunus, 2005).

2.1.3 Perilaku *Trichogramma*

Kemunculan imago ditandai dengan adanya celah atau retakan pada kulit telur (khorion) inang kemudian dari celah itu imago akan muncul. Secara berlahan-lahan imago bergerak keluar yang diawali dengan kedua antena keluar menerobos khorion kemudian diikuti dengan bagian tubuh lainnya. Umumnya imago jantan muncul terlebih dahulu kemudian diikuti oleh betina. Setelah imago muncul inang imago berdiam diri beberapa saat untuk beradaptasi dengan lingkungan, selanjutnya *Trichogramma* membersihkan diri dengan menggunakan tungkai dan antenanya. Imago betina yang baru muncul segera dihampiri oleh jantan yang sudah keluar terlebih dulu. Imago betina tidak segera terbang tapi aktif berjalan dan diikuti oleh imago jantan. Selanjutnya sepasang imago segera melakukan kopulasi. Kemudian imago pergi mencari pakan cairan madu (Yunus, 2005).

Imago betina melakukan oviposisi diawali dengan kegiatan pra-oviposisi. Imago betina yang sudah siap meletakkan telur secara aktif bergerak untuk mencari telur inang. Setelah menemukan sekelompok telur inang imago betina memeriksa kondisi telur satu persatu dengan cara menyentuhkan antena dan palpus pada telur inang sampai mendapatkan pilihan telur yang cocok. Kemudian telur terpilih akan diinjeksi dengan telur parasit menggunakan ovipositor. Kegiatan oviposisi hari pertama bisa mencapai 15-30 kali per imago betina. Pada hari kedua oviposisi hanya 1-5 kali atau tidak sama sekali dan selanjutnya imago parasitoid akan mati (Yunus, 2005).



Gambar 3. Imago betina *Trichogramma platneri* oviposisi (Taylor, 2013).

Pada umumnya parasitoid hanya aktif terbang pada siang hari karena tidak dapat menemukan inang dalam keadaan gelap. Kemampuan *Tichogrammatoidea bactrae bactrae* memarasit inang lebih efektif pada pagi hari dibanding pada sore.

Sedangkan pada genus lain yaitu *Trichogramma* betina cenderung bergerak ke arah sumber sinar. Daya sebar parasitoid *Trichogramma* mampu mencapai 50 m dari titik pelepasan, namun efektif memarasit inang hanya dalam radius 5 m (Marwoto, 2010).

Pada penelitian Nagakartti dan Nagaraja (1977) di Indonesia hanya ditemukan spesies *Trichogramma australicum* yang kemudian dikoreksi menjadi *Trichogramma chilonis* (Nagakartti dan Nagaraja, 1979). Menurut Polaszek (2010) terdapat berbagai spesies tersebar di Erurasia dan beberapa jenis *Trichogramma* yang ditemukan di Indonesia adalah *Trichogramma chilonis*, *Trichogramma chilotraeae*, dan *Trichogramma japonicum*. Sedangkan pada penelitian Buchori *et al.* (2010) beberapa spesies *Trichogramma* yang ditemukan di Jawa adalah *T. japonicum*, *T. chilonis*, dan *T. australicum*.

2.2 Insektisida

Insektisida secara harfiah berarti pembunuh serangga yang berasal dari kata *insect* yang memiliki arti serangga dan *cida* yang berarti pembunuh. Pengelompokan insektisida dibagi menjadi tiga berdasarkan cara masuk ke tubuh serangga yaitu racun perut, racun kontak, dan fumigan. Racun perut memasuki tubuh serangga melalui saluran pencernaan makanan (perut). Racun kontak memasuki tubuh serangga bila serangga mengadakan kontak dengan insektisida atau serangga berjalan diatas permukaan tanaman yang telah mengandung insektisida. Insektisida racun kontak masuk ke tubuh serangga melalui dinding tubuh. Fumigan merupakan insektisida yang mudah menguap menjadi gas dan masuk kedalam tubuh serangga melalui sistem pernafasan (Untung, 1996).

Klorantraniliprol merupakan bahan aktif insektisida yang beraksi pada ryodine reseptor pada serangga yang menstimulasi penipisan Ca^{++} pada sel otot serangga sehingga mengganggu kontraksi otot dan mengakibatkan kelumpuhan dan kematian. Klorantraniliprol merupakan insektisida yang dinilai efisien dalam pengendalian pada serangga hama coleoptera dan lepidoptera. Akan tetapi beberapa penelitian menginformasikan adanya bahaya klorantraniliprol pada arthropoda bukan target seperti tabuhan (wasp) dan serangga predator (Nawaz *et al.*, 2017). Insektisida berbahan aktif klorantraniliprol terdaftar di Indonesia sebagai

insektisida racun kontak, lambung dan syaraf dengan target serangga hama lepidoptera (DPP, 2017).

Spinetoram adalah senyawa kimia baru yang termasuk pada golongan insektisida spinosin. Spinetoram merupakan campuran dua komponen XDE-175-J dan XDE-175-L. Spinetoram merupakan fermentasi produk dari *Saccharopolyspora spinosa* dan analog dari insektisida spinosad. Spinetoram dan spinosad dapat disebut identik berdasarkan toksisitasnya. Spinetoram merupakan insektisida berspektrum luas yang bekerja dengan mempengaruhi nicotinic acetylcholine reseptor and γ -aminobutyric acid (GABA) reseptor yang terdapat pada membran postsynaptic pada sistem syaraf pada serangga sehingga mengakibatkan transmisi neural yang tidak normal (EPA, 2017). Spinetoram bekerja sebagai racun dengan cara masuk kedalam tubuh serangga melalui kontak langsung dengan permukaan tubuh serangga melalui lapisan kutikula dan masuk kedalam tubuh secara langsung melalui pakan yang terpapar insektisida masuk kedalam perut serangga. Spinetoram memiliki aktivitas insektisida yang tinggi pada berbagai fase kehidupan diantaranya telur, larva, dan imago. Pada percobaan aplikasi spinetoram pada *Plutella xylostella* pada telur, larva dan imago mengalami tingkat mortalitas 88,2%, 100%, dan 100% (Shimokawatoko *et al.*, 2012).

2.3 Pengelolaan Hama Terpadu (PHT)

Konsep PHT teknologi merupakan pengembangan lebih lanjut dari konsep awal yang dicetuskan oleh Stern *et al* pada tahun 1959, yang kemudian dikembangkan oleh para ahli melalui agenda Earth Summit ke-21 di Rio de Janeiro pada tahun 1992 dan FAO. Tujuan dari PHT adalah untuk membatasi penggunaan insektisida sintetis dengan memperkenalkan konsep ambang ekonomi sebagai dasar penetapan pengendalian hama. Dengan dikenalkannya konsep ini dapat mengurangi dampak negatif pestisida pada kesehatan dan kerusakan lingkungan (Effendi, 2009).

Terdapat empat prinsip utama dalam pengelolaan hama terpadu (PHT) adalah budidaya tanaman sehat, pemanfaatan musuh alami, pengamatan rutin atau pemantauan, dan petani sebagai ahli PHT (Prabaningrum *et al.*, 2015). Praktik budidaya tanaman yang sehat di implikasikan dengan cara pemilihan tanaman

varietas tahan dan unggul (Effendi, 2009). Pemanfaatan musuh alami merupakan hal penting dalam PHT karena mengatur keseimbangan antara jumlah hama dan musuh alami dengan berbagai cara seperti inundasi yaitu memasukkan musuh alami dari luar dengan sengaja ke pertanaman untuk mengendalikan hama. Selain itu dapat dilakukan dengan cara merekayasa ekologi agar mendukung keberadaan musuh alami dalam ekosistem (Effendi, 2009). Pengamatan rutin ditujukan untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi tentang dinamika populasi hama dan musuh alami serta keseimbangan ekosistem yang akan menjadi dasar informasi konsep ambang ekonomi sebelum mengambil keputusan dalam pengendalian (Effendi, 2009). Petani sebagai ahli PHT merupakan konsep dimana pengambilan keputusan diambil langsung oleh petani. Karena konsep PHT harus disesuaikan dengan kondisi ekosistem maka petani yang memahami kondisi ekosistem di tempat yang melakukan pengambilan keputusan PHT (Purbaningrum *et al.*, 2015).

2.4 Morfologi Telur Serangga

Terdapat berbagai variasi pada struktur respiratori, bentuk, ukuran, warna, dan struktur korion pada telur. Semua variasi tersebut terbentuk untuk bertahan dari tekanan lingkungan (Campbell *et al.*, 2015). Berbagai studi menunjukkan karakteristik dari kulit telur atau korion dan lapisannya. Morfologi kulit telur memperlihatkan bahwa pada beberapa telur serangga memiliki ukiran detail pada bagian luar kulit telur. Korion tersusun atas tiga lapisan yaitu exokorion, endokorion, dan vitelline membrane. Vitelline membrane adalah bagian paling dalam yang menyelubungi embrio. Beberapa studi pada serangga memperlihatkan adanya lapisan lilin dan lapisan kristal korion pada kulit telur yang diduga memiliki fungsi sebagai pelindung terhadap kehilangan air. Akan tetapi struktur dan lapisan dapat berbeda pada tiap famili dan spesies serangga, hal itu dipengaruhi oleh habitat dan respiratori individu serta kebutuhan air (Campbell *et al.*, 2015).

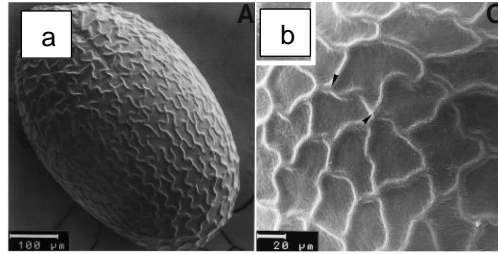
Selain lapisan kulit telur terdapat struktur pada bagian kulit telur yang berfungsi untuk respirasi (aeropyle) dan fertilisasi (micropyle) dan juga bagian dalam struktur kulit telur yang berfungsi untuk pergerakan oksigen (pillar, atau struts atau column). Pillar dapat diamati dengan mudah menggunakan *scanning electron micrograph* pada telur kutu busuk (*Cimex lectularius*) yang menetas. Struktur yang

terbuka pada bagian kulit telur dapat berpotensi untuk dilalui oleh insektisida yang masuk kedalam telur. Kulit telur memiliki fungsi untuk memaksimalkan respirasi pada embrio akan tetapi tetap menjaga untuk mencegah kehilangan air. Kulit telur dibentuk tidak hanya untuk mencegah kehilangan air tapi juga membatasi kelebihan air yang dapat masuk kedalam telur. Maka insektisida bercampur air tidak mudah untuk menembus kulit telur (Campbell *et al.*, 2015)

Telur merupakan fase kehidupan serangga yang paling sulit untuk dibunuh menggunakan insektisida. Menurut Smith dan Salked (1966) dalam Campbell *et al.* (2015) menyatakan terdapat tiga syarat untuk ovisida: (1) telur harus berada di lokasi dimana telur dapat terpapar pada konsentrasi letal dari insektisida yang mencapainya, (2) telur harus rentan terhadap insektisida, dan (3) jumlah populasi kematian yang tinggi akibat insektisida untuk menyatakan bahwa perlakuan itu dapat diterima.

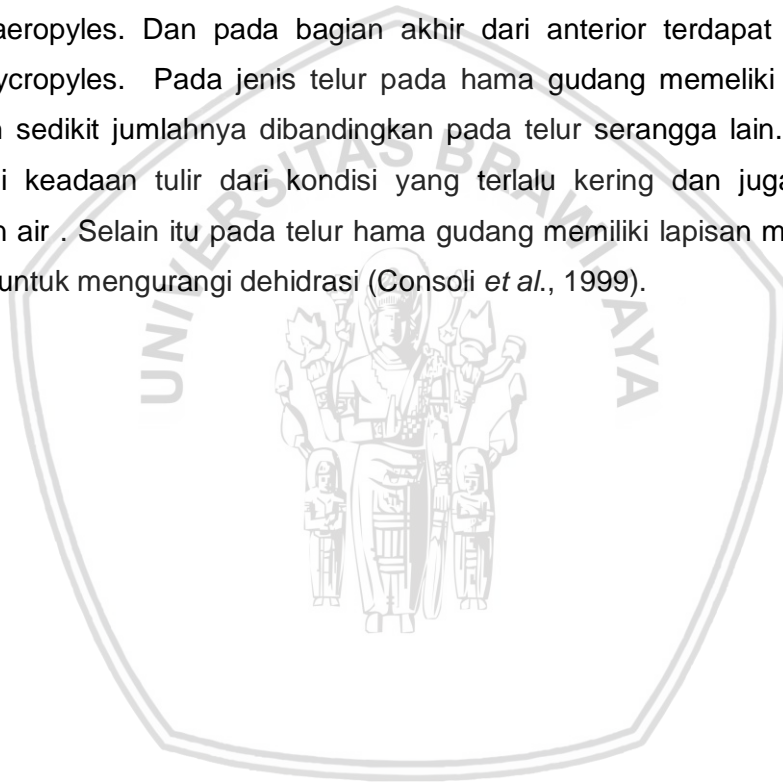
Meski telur tidak tersembunyi dengan baik dan terpapar insektisida, senyawa kimia masih harus melakukan penetrasi kedalam kulit telur dan mencapai embrio agar efektif. Maka dari itu telur harus rentan terhadap insektisida. Variasi kerentanan telur dapat dipengaruhi oleh kulit telur dan perbedaan komposisi senyawa kimia pada masing-masing telur pada spesies yang berbeda. Aeropyles yang lebih sedikit ataupun lebih kecil mampu mengurangi jumlah insektisida yang dapat masuk ke dalam telur. Selain dari struktur respirasi insektisida mampu masuk melewati korion melalui micropyles untuk fertilisasi telur (Campbell *et al.*, 2015).

Morfologi telur inang sangat penting bagi parasitoid telur *Trichogramma* sp. Bentuk, ukuran, warna dan struktur korion telur inang menjadi faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Trichogramma* di dalam telur inang. Salah satu inang pengganti untuk perbanyakan massal yang umum digunakan di Indonesia adalah telur hama gudang *Corcyra cephalonica*. Telur *C.cephalonica* memiliki bentuk elips yang berwarna sedikit kekuningan. Korion memiliki permukaan dengan pola yang kasar (Consoli *et al.*, 1999).



Gambar 4. Telur *Corcyra cephalonica* (a) permukaan telur (b) struktur dan aeropyles (panah hitam) (Consoli et al., 1999)

Pada bagian pertemuan antara bagian menonjol dari garis pola kasar terdapat aeropyles. Dan pada bagian akhir dari anterior terdapat tonjolan kecil tempat micropyles. Pada jenis telur pada hama gudang memiliki ciri aeropyles yang lebih sedikit jumlahnya dibandingkan pada telur serangga lain. Hal ini untuk melindungi keadaan telur dari kondisi yang terlalu kering dan juga mengurangi kehilangan air. Selain itu pada telur hama gudang memiliki lapisan mucus atau lilin yang tipis untuk mengurangi dehidrasi (Consoli et al., 1999).



III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang. Dan Penelitian dilaksanakan mulai bulan September hingga Januari 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi nampan plastik, tutup nampan berventilasi (kain kasa), sangkar peletakan telur ($d=10$ $t=25$), kuas, gunting, tabung serangga ($d=2,5$ $t=17$), botol kaca (10 ml), tabung uji (50 ml), karet, cawan Petri ($d=7,5$ $t=1,5$), tabung kaca, mikroskop, kamera, gunting, kain hitam, tabung kaca percobaan, kain kasa, kertas karton, handcounter, kuas, pipet ukuran 1 ml, bola hisap, gelas beaker (250 ml), gelas ukur (50 ml), pinset, jarum, lampu UV dan saringan teh.

Bahan yang digunakan adalah aquades, *Trichogramma* sp., telur *Corcyra cephalonica*, jagung tumbuk, dedak, aquades, lem, insektisida Spinetoran 120 g/l dan insektisida Klorantraniliprol 50 g/l.

3.3 Metode dan Pelaksanaan

3.3.1 Insektisida

Jenis insektisida yang digunakan ada 2 macam yaitu insektisida berbahan aktif Klorantraniliprol 50 g/l dan insektisida berbahan aktif Spinetoram 120 g/l. Konsentrasi yang digunakan adalah konsentrasi anjuran lapang untuk hama penggerek batang padi. Konsentrasi anjuran Klorantraniliprol adalah 3 ml/l. Sedangkan dosis anjuran lapang Spinetoram adalah 250-375 ml/ha. Dengan volume semprot 250-300 l/ha untuk padi. Konsentrasi terendah (ml/l) = dosis anjuran terendah / volume semprot terendah. Maka konsentrasi terendah anjuran adalah 1ml/l.

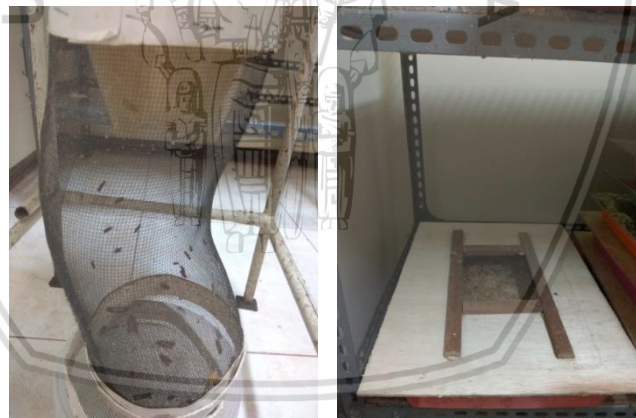
3.3.2 Perbanyakan *Trichogramma*

Trichogramma sp. diperoleh dari Pusat Pelayanan Agens Hayati (PPAH) Tani Makmur di Pasuruan. *Trichogramma* sp. yang digunakan adalah *Trichogramma* yang digunakan dalam pengendalian hayati di lahan padi. Perbanyakan *Trichogramma* sp. menggunakan inang pengganti *Corcyra cephalonica* yang

diperoleh dari PPAH Tani Makmur. Proses perbanyakan meliputi penyiapan inang, pemaparan inang pada parasitoid, dan pemanenan parasitoid.

a. Penyiapan inang

Telur *Corcyra cephalonica* di sebar pada nampan yang telah diisi media pakan berupa campuran tepung jagung dan tepung pakan ayam (dedak) dengan perbandingan 1:1. Kemudian nampan ditutup dan disimpan setelah 40-50 hari (± 2 bulan) penyebaran telur akan muncul ngengat *C.cephalonica*. Ngengat yang muncul akan menempel pada tutup nampan kemudian dipindahkan ke sangkar menggunakan menggunakan bingkai berukuran sama dengan tutup yang terhubung dengan corong. Setelah itu tutup nampan diketuk agar ngengat tergelincir dan masuk ke dalam sangkar peletakan telur. Sangkar kemudian disimpan pada ruang gelap (ditutup kain hitam). Setelah 24 jam telur dikumpulkan dari sangkar menggunakan kuas dan dikumpulkan pada nampan plastik. Telur kemudian dipisahkan dari kotoran dengan cara diayak menggunakan saringan teh (Nurindah, 2017).



Gambar 1. Perbanyakan *Corcyra cephalonica* (a) sangkar peletakan telur (b) nampan pemeliharaan (Balittas, 2017)

b. Pemaparan inang dan Pemanenan parasitoid

Kertas yang telah disiapkan dipotong sesuai ukuran yang diinginkan yaitu 2×2 cm. Kemudian kertas diolesi menggunakan lem cair dan telur *C.cephalonica* disebar di atasnya secara merata. Kertas dengan telur inang di atasnya disebut pias. Tiap pias dengan ukuran 2×2 mampu menampung ± 2000 butir telur *C.cephalonica*. Kertas pias kemudian dipaparkan pada sinar UV terlebih dahulu selama 50 menit.

Pemaparan pada UV berfungsi membunuh embryo *C.cephalonica*. Kemudian pias telur inang diletakkan dalam tabung yang telah berisi imago *Trichogramma*. Pemaparan dilakukan selama 24 jam. Setelah 3-4 hari telur yang terparasit akan berubah warna menjadi hitam kelabu. Dalam 3-4 hari kemudian, *Trichogramma* dewasa akan muncul (Nurindah, 2017).

3.3.3 Persiapan Pias

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis pias berbeda yang digunakan untuk starter yaitu perbanyakkan dan pias lain yang diatur untuk digunakan pada pengujian kemunculan imago. Berikut merupakan tahapan pembuatan dua jenis pias:

a. Pias Perbanyakkan (starter)

Pias perbanyakkan disiapkan untuk perbanyakkan *Trichogramma* sp. Kertas pias berukuran 2 × 2 cm diberi lem povinal kemudian telur di sebarkan di permukaan pias. Setelah itu pias di paparkan pada sinar UV selama 50 menit. Pias yang telah di paparkan pada UV siap untuk dipaparkan pada *Trichogramma* sp. pada tabung serangga (d=2,5 t=17 cm).

b. Pias Uji Kemunculan Imago

Pada uji disiapkan pias dengan ukuran 1 cm² dengan jumlah telur ± 50. Kemudian dipaparkan pada sinar UV selama 50 menit agar embrio mati. Setelah 4-5 hari telur akan berubah warna kehitaman. Kemudian dipilih 40 telur dengan cara menghilangkan telur lainnya dengan jarum. 40 telur tersebut telah siap untuk digunakan dalam uji.

3.3.4 Uji mortalitas dengan metode residual

Insektisida yang akan digunakan dilarutkan dalam aquades. Larutan insektisida pada anjuran lapang digunakan untuk mengetahui pengaruh samping insektisida secara kontak pada *Trichogramma* sp. Larutan insektisida 0,5 ml di teteskan dalam tabung uji kemudian diratakan ke seluruh permukaan tabung secara manual dengan cara menggulungkan tabung diatas permukaan tangan. Setelah itu dibiarkan hingga kering selama 1 jam. Kemudian 20 ekor *Trichogramma* sp. berumur kurang dari 12 jam di pindahkan pada tiap tabung. Waktu pemindahan *Trichogramma* sp. 0, 3, dan 6 jam setelah larutan insektisida pada tabung uji. Setelah *Trichogramma* sp. terpapar residu insektisida selama empat jam *Trichogramma* sp. dipindahkan ke tabung uji lain yang bersih. Kemudian dilakukan

pengamatan dan pencatatan jumlah kematian imago *Trichogramma* sp. pada 1,3,6 jam setelah perlakuan.

Tabel 1. Perlakuan Uji Mortalitas Pada *Trichogramma* Sp. di Laboratorium.

No	Kode	Perlakuan
1	P0	Perlakuan kontrol (aquades)
2	P1	<i>Trichogramma</i> sp.+ residu insektisida spinetoram 0 jam
3	P2	<i>Trichogramma</i> sp.+ residu insektisida spinetoram 3 jam
4	P3	<i>Trichogramma</i> sp.+ residu insektisida spinetoram 6 jam
5	P4	<i>Trichogramma</i> sp.+ residu insektisida klorantraniliprol 0 jam
6	P5	<i>Trichogramma</i> sp.+ residu insektisida klorantraniliprol 3 jam
7	P6	<i>Trichogramma</i> sp.+ residu insektisida klorantraniliprol 6 jam

Dari perlakuan maka disusun denah rancangan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 4 kali ulangan. Efek dari pestisida dianalisis dengan melakukan perbandingan antara kontrol dengan perlakuan menggunakan formula :

$$E(\%) = (1 - V_t / V_c) \times 100$$

E merupakan pengaruh insektisida terhadap parasitoid yang bertahan hidup (survive) dibandingkan dengan kontrol. V_t adalah viabilitas yang diamati pada tiap perlakuan. V_c adalah viabilitas yang diamati pada kontrol. Nilai E dibagi menjadi beberapa kelas berdasarkan International Organization of Biological Control (IOBC) kelas 1—tidak berbahaya ($E < 30\%$), kelas 2—sedikit berbahaya (rendah) ($30\% < E < 79\%$), kelas 3—berbahaya (sedang) ($80\% < E < 99\%$) and kelas 4—berbahaya ($E > 99\%$) (Blibech *et al.*, 2015).

3.3.5 Uji pengaruh insektisida pada kemunculan imago

Pada uji kemunculan imago larutan insektisida yang digunakan dilarutkan menggunakan air destilasi. Uji kemunculan imago ini mengacu pada penelitian Sattar *et al.* (2011). Telur *Trichogramma* yang telah terparasit dan berubah warna menjadi hitam (4-5 hari) dicelupkan pada larutan insektisida selama 1 detik. Tiap pias berisi 40 telur terparasit. Pada perlakuan kontrol digunakan air destilasi. Kemudian kartu dikering anginkan selama 10 menit. Setelah kering kartu di masukkan pada botol kaca kemudian ditutup dengan kain dan di tali menggunakan karet. Kemudian dilakukan pengamatan dan dicatat jumlah parasitoid yang muncul setelah 4,5, dan 6 hari setelah perlakuan. Persentase kemunculan imago parasitoid dihitung menggunakan rumus berikut (Murtiyarini *et al.*, 2006) :

$$\text{Persentase kemunculan} = \frac{\text{Jumlah parasitoid muncul}}{\text{Jumlah telur}} \times 100$$

Jumlah telur terparasit
Kemudian dihitung nilai efektivitas insektisida menggunakan rumus berikut :

$$E(\%) = (1 - V_t / V_c) \times 100$$

E merupakan pengaruh insektisida terhadap kemunculan imago parasitoid dibandingkan dengan kontrol. V_t adalah viabilitas yang diamati pada tiap perlakuan (persentase kemunculan). V_c adalah viabilitas yang diamati pada kontrol. Nilai E dibagi menjadi beberapa kelas berdasarkan International Organization of Biological Control (IOBC). kelas 1—tidak berbahaya ($E < 30\%$), kelas 2—sedikit berbahaya (rendah) ($30\% < E < 79\%$), kelas 3—berbahaya (sedang) ($80\% < E < 99\%$) and kelas 4—berbahaya ($E > 99\%$) (Blibech *et al.*, 2015).

Tabel 2. Perlakuan uji kemunculan imago pada *Trichogramma* sp.

No	Kode	Perlakuan
1	K0	Perlakuan kontrol (aquades)
2	K1	<i>Trichogramma</i> spp + spinetoram
3	K2	<i>Trichogramma</i> spp + klorantraniliprol

Dilakukan pengamatan pada telur dimana *Trichogramma* sp. imago parasitoid tidak muncul untuk mengetahui fase kematian imago. Uji ini terdiri dari 3 perlakuan dengan tiap perlakuan dilakukan 9 kali ulangan.

3.3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh di uji normalitas menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 20. Kemudian data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kesalahan 5%. Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh yang nyata maka diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan pada taraf kesalahan 5% menggunakan perangkat lunak Microsoft Office Excel 2010 dengan program tambahan DSAASTAT versi 1.101.

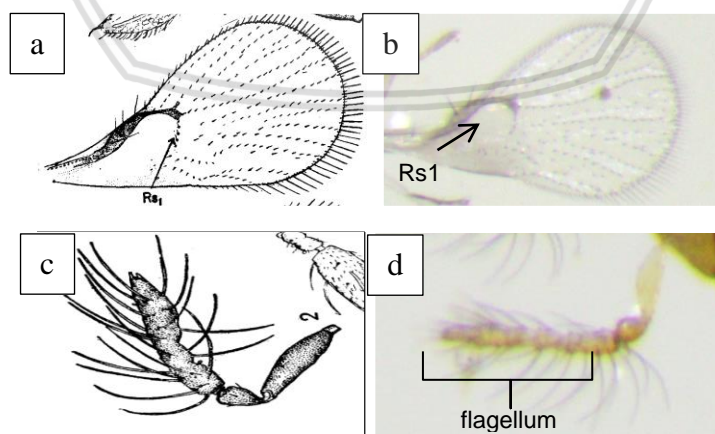
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi *Trichogramma* sp.

Identifikasi dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan genus dan spesies *Trichogramma* sp. Identifikasi ini akan membantu untuk mengetahui pengaruh efek samping insektisida spinetoram dan klorantraniliprol pada spesifik spesies objek pengamatan. Dua genus utama dalam famili *Trichogrammatidae* adalah *Trichogramma* dan *Trichogrammatoidea*. Kedua genus tersebut merupakan genus parasitoid telur yang sebagian besar menyerang lepidopetra tetapi juga ditemukan pada Hymenoptera, Neuroptera, Diptera, Coleoptera, dan Hemiptera.

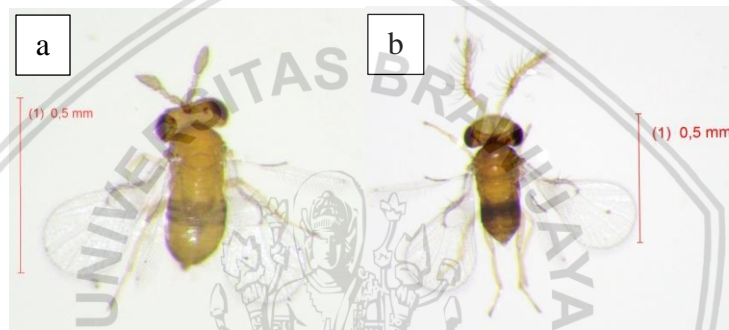
Untuk membedakan dua genus *Trichogramma* dan *Trichogrammatoidea* digunakan penciri berupa antenna dan sayap depan. Penciri utama *Trichogrammatoidea* pada antenna jantan terdapat dua segmen funicle dan 3 segmen antenna club, dan tidak memiliki garis RS1 (*radial sector vein tract-1st abscissa*) pada sayap depan. Sedangkan pada genus *Trichogramma* terdapat garis RS1 pada sayap depan dan antenna *Trichogramma* jantan tidak memiliki 3 segmen funicle (Nagarkatti dan Nagaraja, 1977).

Dari hasil pengamatan ditemukan ciri-ciri adanya garis RS1 pada bagian sayap depan dan bentuk antenna pada parasitoid jantan flagellum yang tidak bersegmen (Gambar 6). Maka dari itu ciri-ciri tersebut sesuai dengan deskripsi ciri-ciri *Trichogramma*.



Gambar 1. Identifikasi *Trichogramma*: (a) garis RS1, (b) penampakan garis RS1, (c) bentuk antenna jantan, (d) bentuk antenna jantan.

Untuk mengidentifikasi spesies dari genus *Trichogramma* digunakan penciri pendukung yaitu warna tubuh dan jumlah rambut pada antenna jantan. Pada hasil pengamatan pada *Trichogramma* memiliki warna tubuh kekuningan dan ditemukan warna khas coklat pada bagian pronotum, mesonotum dan abdomen (Gambar 7). Hal ini sesuai dengan ciri-ciri *Trichogramma chilonis*. Menurut Chan dan Chou (2000) *Trichogramma chilonis* memiliki panjang tubuh jantan 0.57-0.79 mm, betina 0.73-0.79mm, dengan jumlah rambut antenna pada jantan kurang dari 50. Memiliki warna tubuh kekuningan dengan warna coklat pada bagian pronotum, mesonotum, dan abdomen. Berikut adalah dokumentasi jantan dan betina.



Gambar 2. *Trichogramma chilonis* (a) betina dengan antenna pendek, (b) jantan dengan antenna panjang yang memiliki rambut.

Dari ciri-ciri yang telah disebutkan yaitu terdapat garis RS1 pada sayap depan, antenna yang tidak memiliki segmen pada flagellum (Gambar 6), dan warna tubuh yang khas yaitu kekuningan dengan garis kecoklatan pada bagian abdomen, mesonotum dan pronotum (Gambar 7). Maka dapat dipastikan bahwa spesimen yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Trichogramma chilonis*.

4.2 Pengaruh Insektisida pada Kemunculan Imago dan Mortalitas Imago

4.2.1 Pengaruh Insektisida Pada Kemunculan Imago *Trichogramma chilonis*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh residu insektisida terhadap kemunculan imago. Telur inang yang telah terparasit ditandai dengan berubahnya warna telur inang menjadi hitam (umur 4 hari) kemudian pias dicelupkan pada larutan insektisida. Setelah itu dilakukan perhitungan menggunakan rumus E(%) yaitu rumus untuk mengetahui pengaruh insektisida terhadap parasitoid yang bertahan hidup (*survive*) dibandingkan dengan kontrol. Dari nilai E kemudian

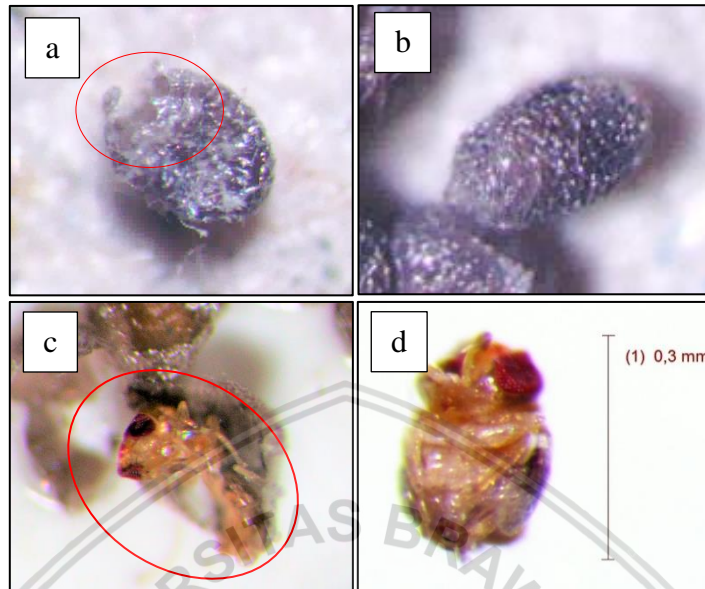
dibedakan dalam beberapa kelas berdasarkan kategori insektisida IOBC. Berikut tabel rerata jumlah kemunculan imago.

Tabel 1. Rerata Persentase Kemunculan Imago

Perlakuan	Rerata (%)	E (%)	Kelas	Keterangan
Kontrol	98,6	Kontrol	Kontrol	Kontrol
Spinetoram 120 g/l	0	100	4	Berbahaya
Klorantraniliprol 50 g/l	94,7	4.48	1	Tidak berbahaya

Dari hasil pengamatan diketahui insektisida berpengaruh terhadap kemunculan imago. Insektisida Spinetoram pada konsentrasi anjuran lapang memiliki pengaruh yang berbahaya terhadap *T.chilonis*. Pada pengamatan insektisida Spinetoram semua *Trichogramma* tidak dapat muncul menjadi imago. Sedangkan insektisida bahan aktif Klorantraniliprol pada konsentrasi anjuran lapang tidak berpengaruh jika dibandingkan kontrol. Klorantraniliprol termasuk kategori kelas 1 yaitu tidak berbahaya bagi *T.chilonis* (Tabel 3). Didukung oleh Brugger *et al.* (2010) dalam penelitiannya terbukti klorantraniliprol 20 SC dan 35GW termasuk kategori insektisida tidak berbahaya terhadap beberapa parasitoid berikut *D. tasmanica*, *D. semiclausum*, *T. pretiosum*, *T. chilonis* and *T. dendrolimi* pada uji laboratorium. Sedangkan Spinoteram termasuk kategori kelas 4 yaitu berbahaya bagi *T.chilonis* (Tabel 3). Pada penelitian Sabry *et al.* (2014) insektisida spinetoram merupakan jenis insektisida paling beracun bagi larva *Trichogramma evanescens* dibandingkan dengan insektisida jenis lain klorantraniliprol dan thiametoxam.

Kemudian dilakukan pengamatan kondisi telur inang parasitoid yang berhasil muncul dan gagal. Pada telur normal terlihat berwarna hitam dengan kulit telur berlubang (Gambar 8). Pada telur inang dengan imago *T.chilonis* yang gagal muncul kondisi telur berwarna hitam dengan bentuk utuh (Gambar 8b). Ketika telur dibuka ditemukan *T.chilonis* pada fase pupa (Gambar 8c). Kegagalan *Trichogramma chilonis* mencapai imago pada uji menggunakan spinetoram diduga karena kematian pada fase pupa. Kematian tersebut disebabkan oleh insektisida yang masuk kedalam telur. Meskipun telur serangga memiliki cangkang telur atau korion yang dapat melindungi diri dari lingkungan, terdapat beberapa kesempatan insektisida masuk ke dalam telur.



Gambar 8. *Trichogramma chilonis* gagal menjadi imago (a) Telur *C.cephalonica* terparasit dengan sobekan imago parasitoid untuk keluar (b) telur *C.cephalonica* terparasit dengan parasitoid *T.chilonis* yang gagal muncul menjadi imago (c) kenampakan *T.chilonis* gagal muncul pada kulit telur *C.cephalonica* (d) kenampakan *T.chilonis* yang gagal untuk muncul menjadi imago.

Menurut Campbell *et al.* (2015), telur serangga memiliki kerentanan yang berbeda terhadap insektisida. Perbedaan ini dipengaruhi keragaman korion yang mampu beradaptasi untuk mengambil oksigen melalui aeropyles. Beberapa aeropyles atau aeropyles yang lebih kecil memungkinkan untuk mengurangi jumlah insektisida yang mampu masuk ke dalam telur. Selain itu insektisida juga mampu masuk melalui micropyles (tempat fertilisasi telur). Didukung oleh Mahmoudvand *et al.* (2011) melaporkan pada uji insektisida telur *Plutella xylostella*, spinosad merupakan salah satu insektisida dengan tingkat toksisitas tinggi terhadap telur lepidoptera dan memiliki efek sebagai ovisida. Efek ovisida dapat mempengaruhi kematian serangga dalam telur. Sedangkan *Trichogramma* sp. merupakan musuh alami yang umum dimanfaatkan dalam pengendalian hayati pada hama Lepidoptera. Sehingga potensi ovisida pada insektisida dapat mengagalkan kemunculan imago karena mampu mempenetrasi telur dan mengakibatkan kematian. Spineteram mampu masuk melewati kulit telur kemudian melakukan kontak dengan *T. chilonis* sehingga spineteram mempengaruhi sistem saraf serangga yang berakibat transmisi

saraf yang tidak normal (Shimokawa *et al.*, 2012). Maka spinoteram dapat memberikan efek samping pada *T.chilonis* saat pengaplikasian insektisida di lapang. Adanya efek negatif pestisida terhadap parasitoid *Trichogramma sp.* dapat berpengaruh terhadap menurunnya efektifitas pengendalian hayati.

4.2.2 Pengaruh Residu Insektisida pada Mortalitas Imago *Trichogramma*

Penelitian ini merupakan pengamatan pengaruh residu insektisida terhadap imago *T.chilonis* menggunakan jenis insektisida yang berbeda dan pada waktu residu yang berbeda. Imago *T.chilonis* yang digunakan merupakan imago berumur kurang dari 12 jam. Variabel pengamatan yang diamati adalah persentase mortalitas. Untuk perhitungan selanjutnya dalam menentukan kelas insektisida menggunakan rumus E(%) menggunakan nilai *survival* yaitu banyaknya imago bertahan hidup.

Berdasarkan analisis ragam (Lampiran.1) menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada tingkat mortalitas imago *T.chilonis*. Sedangkan pada hasil uji lanjut (Tabel 4) menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada perlakuan dengan rentang waktu residu yang berbeda. Pada hasil uji residual film diketahui Spineteram mempengaruhi tingkat mortalitas imago hingga 100% (Tabel 4). Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan hasil pada perlakuan kontrol dengan persentase mortalitas 3.75% (Tabel 4).

Tabel 2. Rerata Tingkat Mortalitas dan Nilai E (%) Pada Uji Residual Film

Perlakuan	Rerata (%)	E (%)	Kelas	Keterangan
Kontrol	3.75	-	-	-
Spineteram + 0 jam	97.50	97.40a	3	Berbahaya (sedang)
Spineteram + 3 jam	100	100a	4	Berbahaya
Spineteram + 6 jam	95	94.80a	3	Berbahaya (sedang)
Klorantraniliprol + 0 jam	15	11.68b	1	Tidak berbahaya
Klorantraniliprol + 3 jam	10	6.49b	1	Tidak berbahaya
Klorantraniliprol + 6 jam	11.25	7.79b	1	Tidak berbahaya

Keterangan.:

- Data telah ditransformasi menggunakan rumus arcsin untuk kepentingan analisis.
- Angka yang diikuti notasi huruf yang sama maka tidak berbeda nyata menurut hasil uji lanjut Duncan.
- Uji lanjut menggunakan nilai E yang memiliki nilai sama dengan nilai koreksi kematian perlakuan dibandingkan control

Spinetoram termasuk kelas insektisida dengan kategori berbahaya. Sedangkan Klorantraniliprol tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat mortalitas imago *T.chilonis* dan aman pada waktu residu yang berbeda. Berdasarkan perhitungan nilai E, insektisida jenis Klorantraniliprol termasuk kategori kelas 1 yang tidak berbahaya bagi imago *Trichogramma*. Klorantraniliprol selain aman bagi *T.chilonis* juga aman untuk jenis musuh alami jenis tabuhan (*wasp*) (Liu *et al.*, 2016).

Pada saat penelitian berlangsung diketahui terdapat beberapa *T.chilonis* yang tidak bergerak dan hanya diam kemudian kembali berjalan. Hal ini sesuai dengan pengaruh jenis insektisida Klorantraniliprol sebagai racun kontak, lambung dan syaraf yang berakibat kelumpuhan dan kematian (Nawaz *et al.*, 2017). Pada penelitian Asma *et al.* (2018), Klorantraniliprol dengan konsentrasi 200 g/l dan dosis anjuran 50 ml/hl pada tomat dengan pengujian residu 1,2,6 hari memiliki pengaruh kepada *adult survival* atau imago bertahan pada residu 1-2 hari pada kelas 2 sedangkan pada 6 hari residu tidak memiliki pengaruh yang berbahaya.

Berdasarkan data uji tingkat mortalitas insektisida Spinetoram berpengaruh hingga lebih dari 90% pada 3 jam setelah pemaparan. Hal ini memperlihatkan reaksi yang cepat pada *Trichogramma chilonis*. Akan tetapi pengaruh perbedaan waktu residu tidak berbeda nyata (Tabel 4) diduga karena tidak ada perbedaan antara 0,3,6 jam setelah penyemprotan yang dapat dipengaruhi oleh waktu lama persistensi residu kedua jenis insektisida lebih dari satu hari setelah aplikasi. Menurut Roubos *et al.* (2014), Spinetoram sangat beracun pada satu hari setelah penyemprotan kemudian akan kehilangan toksisitasnya setelah beberapa hari di dalam *greenhouse*. Sedangkan klorantraniliprol mulai kehilangan efek toksisitasnya setelah 6 hari (Asma *et al.*, 2018). Selain itu Spinetoram merupakan jenis pestisida *broad spectrum* (EPA,2017). Didukung Roubos *et al.* (2014) pestisida *broad spectrum* memiliki pengaruh toksisitas tertinggi pada musuh alami jenis tabuhan (*wasp*).

4.3 Pembahasan Umum

Pada hasil penelitian uji kemunculan imago diketahui pestisida jenis Spinetoram pada konsentrasi anjuran lapang dapat menggagalkan kemunculan imago hingga 100%. Sedangkan klorantraniliprol tidak berpengaruh terhadap kegagalan kemunculan imago. Pada pengamatan mortalitas imago diketahui

Spinetoram berpengaruh nyata pada mortalitas imago *Trichogramma chilonis*. Klorantraniliprol memiliki hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol. Dari kedua uji memperlihatkan adanya pengaruh insektisida pada fase praimago didalam telur inang dan juga pada imago *T.chilonis*. Insektisida Spinetoram berbahaya terhadap *T.chilonis* pada saat praimago dan imago. Sehingga ada kemungkinan terjadi efek samping dari aplikasi spinoterm di lapangan. Sedangkan klorantraniliprol merupakan insektisida yang aman untuk fase praimago dan imago *T.chilonis*.

Kegagalan kemunculan imago yang disebabkan oleh insektisida Spinoteram diduga masuk mewati kulit telur inang. Dalam beberapa studi insektisida dengan bahan aktif spinosad memiliki tingkat toksisitas yang tinggi pada *Trichogramma* (Suh *et al.*, 2000). Spinetoram merupakan insektisida jenis baru berasal dari fermentasi produk *Saccharopolyspora spinosa*, dan analog dari spinosad yaitu spinosin (EPA, 2017). Spinetoram secara toksik identik dengan spinosad dan diduga memiliki kesamaan pengaruh pada *Trichogramma*. Pada penelitian Suh *et al.* (2000) dilaporkan spinosad dan profenophos adalah senyawa paling beracun untuk imago *Trichogramma*. Selain itu kematian pada fase praimago berpengaruh pada kemunculan imago yang menurun sekitar 19-30%. Menurut Plewka *et al.* dalam Asma *et al.* (2018), spinosad tidak dapat masuk kedalam korion telur inang *Trichogramma*. Akan tetapi dalam beberapa penelitian lain menyebutkan bahwa spinosad mampu mengakibatkan kematian dengan cara masuk ke dalam korion. Kematian lain seperti kematian dini saat awal kemunculan dan ditemukannya lubang pada telur yang gagal muncul mengindikasikan kematian akibat residu pada permukaan telur yang masuk ke dalam tubuh *Trichogramma* sp. saat membuat lubang kemunculan dengan cara mengunyah korion (Ksentini *et al.* (2010). Didukung oleh penelitian Shimokawatoko *et al.* (2012) bahwa spinetoram mengakibatkan mortalitas pada telur, larva dan imago *Plutella xylostella* dengan tingkat mortalitas 88.2%, 100%, dan 100%. Laporan hasil penelitian tersebut memperjelas bahwa spinoteram memiliki potensi untuk melakukan penetrasi pada korion telur sehingga dapat menyebabkan kematian pada telur.

Bull and Coleman (1985) dalam Suh *et al.* (2000) melaporkan bahwa kerentanan *Trichogramma* terhadap insektisida berbeda antar spesies dan dipengaruhi oleh jenis telur inang *Trichogramma*. Pada penelitian ini aplikasi

spinetoram menggunakan telur inang pengganti yaitu *Corcyra cephalonica*. *T.chilonis* mengalami kematian pada fase pupa dan tidak ditemukan sobekan maupun perubahan bentuk pada telur inang imago yang gagal muncul. Maka di diduga insektisida masuk melalui korion telur inang yang rentan terhadap insektisida. Telur *C.cephalonica* memiliki ciri khusus yaitu bentuk elips yang berwarna sedikit kekuningan, korion memiliki permukaan dengan pola yang kasar, dan memiliki aeropyles yang sedikit dibandingkan telur serangga umumnya (Consoli *et al*, 1999). Kerentanan telur *C.cephalonica* terhadap insektisida tidak menyeluruh pada seluruh jenis insektisida. Dengan jumlah aeropyles yang sedikit *C.cephalonica* lebih sulit untuk dipenetrasi oleh insektisida. Hanya beberapa jenis insektisida dan pada konsentrasi tertentu yang berpotensi ovisida yang mampu mempenetrasi korion telur inang.

Menurut Smith dan Salked (1966) dalam Campbel *et al*. (2015) menyatakan terdapat tiga syarat untuk ovisida: (1) telur harus berada di lokasi dimana telur dapat terpapar pada konsentrasi letal dari insektisida yang mencapainya, (2) telur harus rentan terhadap insektisida, dan (3) jumlah populasi kematian yang tinggi akibat insektisida untuk menyatakan bahwa perlakuan itu dapat diterima. Insektisida spinoteram telah memenuhi syarat tersebut. Dalam penelitian spinetoram 120 g/l pada konsentrasi anjuran lapang mengakibatkan mortalitas *T.chilonis* 100%. Maka spinoteram termasuk berfungsi sebagai ovisida terhadap telur inang *C.cephalonica* yang berbahaya bagi parasitoid *T.chilonis*.

Kematian imago *T.chilonis* pada uji residual film diduga akibat kontak dengan residu insektisida yang tertinggal pada permukaan tabung. Menurut Tello *et al*. (2013), pada uji residual baru bahan aktif spinosyn 480 g/l mengakibatkan kematian pada *A.melinus*, *Coccophagus lycimnia* (Hymenoptera: Aphelinidae), dan *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae) hingga 100%. Dijelaskan bahwa efek berjalan pada permukaan yang telah diberi perlakuan spinosyn dalam jangka waktu yang panjang dapat mengakibatkan tingkat kematian yang tinggi dan mengurangi waktu lama hidup. Selain itu pada penelitian Williams *et al*. (2010) dilaporkan bahwa parasitoid lebih rentan dibandingkan dengan predator terhadap insektisida spinosad. Akan tetapi spinosad dapat terdegradasi dengan cepat di

lapang. Pada hasil studi persistensi toksisitas spinosad menurun pada 3-7 hari setelah aplikasi.

Jika dibandingkan dengan Spinetoram, insektisida Klorantraniliprol dapat dianjurkan menjadi pilihan terbaik untuk kombinasi dengan strategi PHT. Klorantraniliprol merupakan insektisida yang selektif dan aman untuk musuh alami baik predator maupun parasitoid. Didukung oleh pernyataan Redmon dan Potter (2017), Klorantraniliprol secara selektif menyerang RyRs pada serat otot ulat (Lepidoptera) dan beberapa spesies dari ordo Coleoptera, Hymenoptera, Diptera dan Hemiptera. Perbedaan tingkat kepekaan RyR adalah alasan klorantraniliprol lebih aktif terhadap beberapa jenis serangga daripada yang lain. Hal itu juga yang menjadi alasan rendahnya toksisitas pada lebah dan hampir seluruh famili predator dan parasitoid yang berperan sebagai pengendalian hayati. Klorantraniliprol menunjukkan pengaruh toksik tertinggi pada hama dan pengaruh toksis yang rendah pada predator. Rendahnya toksisitas pada predator dipengaruhi oleh tingginya kesesuaian terhadap struktur *ryodine receptor* Lepidoptera (Castro *et al.*, 2013).

Dalam upaya pemanfaatan *T.chilonis* di lahan pertanian maka dianjurkan melakukan seleksi terhadap pestisida yang akan di kombinasikan dalam penyusunan strategi PHT. Klorantraniliprol merupakan insektisida yang aman digunakan pada lahan dengan keberadaan populasi *Trichogramma*. Akan tetapi klorantraniliprol lebih baik tidak digunakan pada lahan dengan populasi musuh alami *Coccinella septempunctata*. Menurut Sabry *et al.* (2014), pengaruh residu klorantraniliprol (Coragen 20% SC) pada konsentrasi anjuran lapang mengakibatkan kematian pada larva instar 2 *Coccinella septempunctata* hingga 86.7%. Sementara beberapa insektisida lainnya yang berpotensi berbahaya pada *Trichogramma* adalah diafenthuron, cypermethrin, spiromesifen, indoxacarb, spinosad, dan chlorfenapyr dilaporkan berpengaruh negatif pada fase praimago *Trichogramma cacociae* (larva, pre-pupa, dan pupa) (Asma *et al.* 2018). Selain selektif terhadap pestisida yang akan digunakan, dalam pelepasan *Trichogramma* pias yang berisi telur inang *C.cephalonica* terparasit lebih baik diletakkan dibagian tanaman yang terhindar dari paparan langsung pestisida.

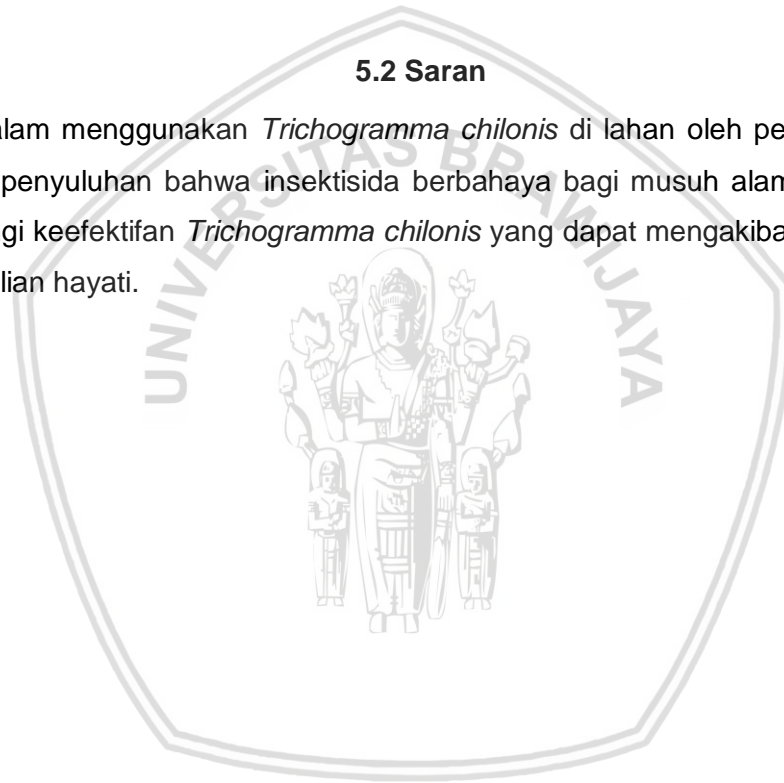
V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Residu insektisida berbahan aktif spinetoram 120 g/l pada konsentrasi anjuran lapang memiliki pengaruh kategori berbahaya terhadap *Trichogramma chilonis* pada imago dengan tingkat kematian 100% dan kegagalan kemunculan imago 100%. Sedangkan klorantraniliprol 50 g/l pada konsentrasi anjuran lapang tidak berpengaruh pada kegagalan kemunculan imago maupun mortalitas imago *T.chilonis*.

5.2 Saran

Dalam menggunakan *Trichogramma chilonis* di lahan oleh petani lebih baik diberikan penyuluhan bahwa insektisida berbahaya bagi musuh alami dan mampu mengurangi keefektifan *Trichogramma chilonis* yang dapat mengakibatkan gagalnya pengendalian hayati.



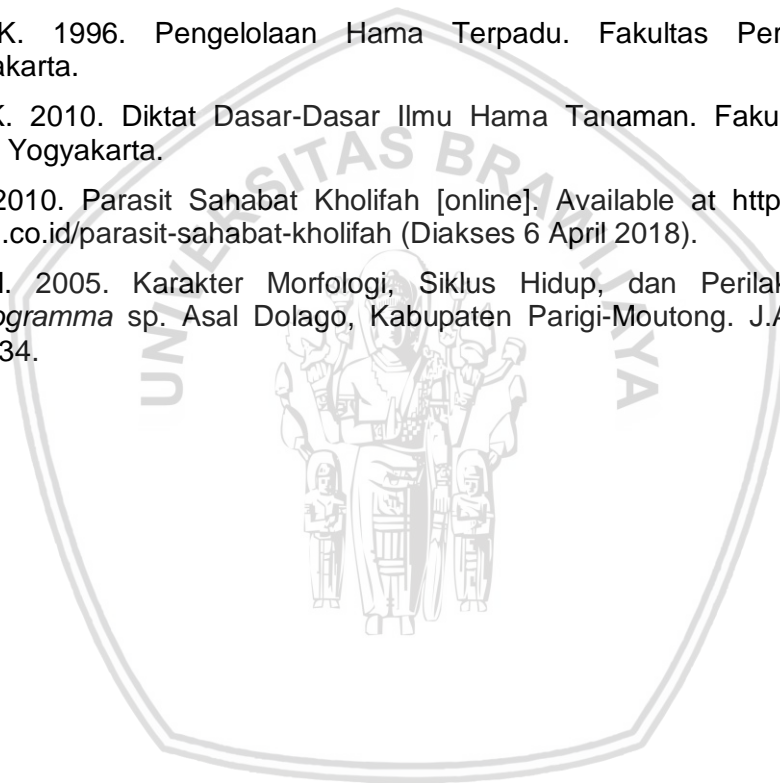
DAFTAR PUSTAKA

- Asma, C., I. Ons, B.A. Sabrine, and L.G. Kaouthar. 2018. Life Stage Dependent side Effects of Selected Insecticides on *Trichogramma cacoeciae* (Marchal) (hymenoptera: *Trichogrammatidae*) under laboratory conditions. Springer Nature 2018 .
- Beers, M.E.H., N.J. Shearer, P.W. Horton, D.R. Milckzy, K.G. Amarasekare, and L.M. Gontijo. 2016. Nontarget effects of orchard pesticides on natural enemies: Lessons from the field and laboratory. Biological Control 2016.
- Blibech, I., M. Ksantini , T. Jardak and M. Bouaziz. 2015. Effect of Insecticides on *Trichogramma* Parasitoids Used in Biological Control against *Prays oleae* Insect Pest. Advances in Chemical Engineering and Science 5: 362-372.
- Brugger, K.E., P.G. Cole, I.C. Newman, N. Parker, B. Scholz, P. Suvagia, G. Walker and G.M. Timothy. 2010. Selectivity of chlorantraniliprole to parasitoid wasps. J. Pest Manag Sci 66: 1075–1081.
- Buchori, D., A. Meilin, P. Hidayat, dan B. Sahari. 2010. Species Distribution of *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* Genus (*Trichogrammatidae* : Hymenoptera) in Java. J. ISSAAS 16(1): 83-96.
- Campbell, B.E., R.M. Preira, and P.G. Koehler. 2015. Complications with Controlling Insect Egg. Intech Insecticide Resistance.
- Castro, A.A., A.S. Correa, JC. Legaspi, R.N.C. Guedes, J.E. Serrao, and J.C. Zanuncio. 2013. Survival and behavior of the insecticide-exposed predators *Podisus nigrispinus* and *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae). Chemosphere (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.05.075>.
- Chan, Mei-Ling and Liang-Yih Chou. 2000. The *Trichogramma* (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*) of Taiwan. Formosan Entomologist 20: 135-151.
- Consoli, F.L., E.W. Kitajima, dan J.R.P. 1999. Ultrastructure of the natural and factitious host eggs of *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*). International Journal of Insect Morphology and Embryology 28:211-231.
- Delpuch, J.M. and L. Leger. 2011. Modidification of *Trichogramma* Behaviors During the Exploitation of Host Patches Induced by the Insecticide. EcoHealth 8 : 2011.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida (DPP). Rekapitulasi Ijin Pestisida. <http://pestisida.id> (online). Diakses pada 4 April 2017.
- Effendi, B.S. 2009. Strategi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Padi Dalam Perspektif Praktek Pertanian Yang Baik (*Good Agricultural Practices*). Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian 2: 65-78.
- EPA, 2009. Pesticide Fact Sheet. Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs Registration Division. Washington.

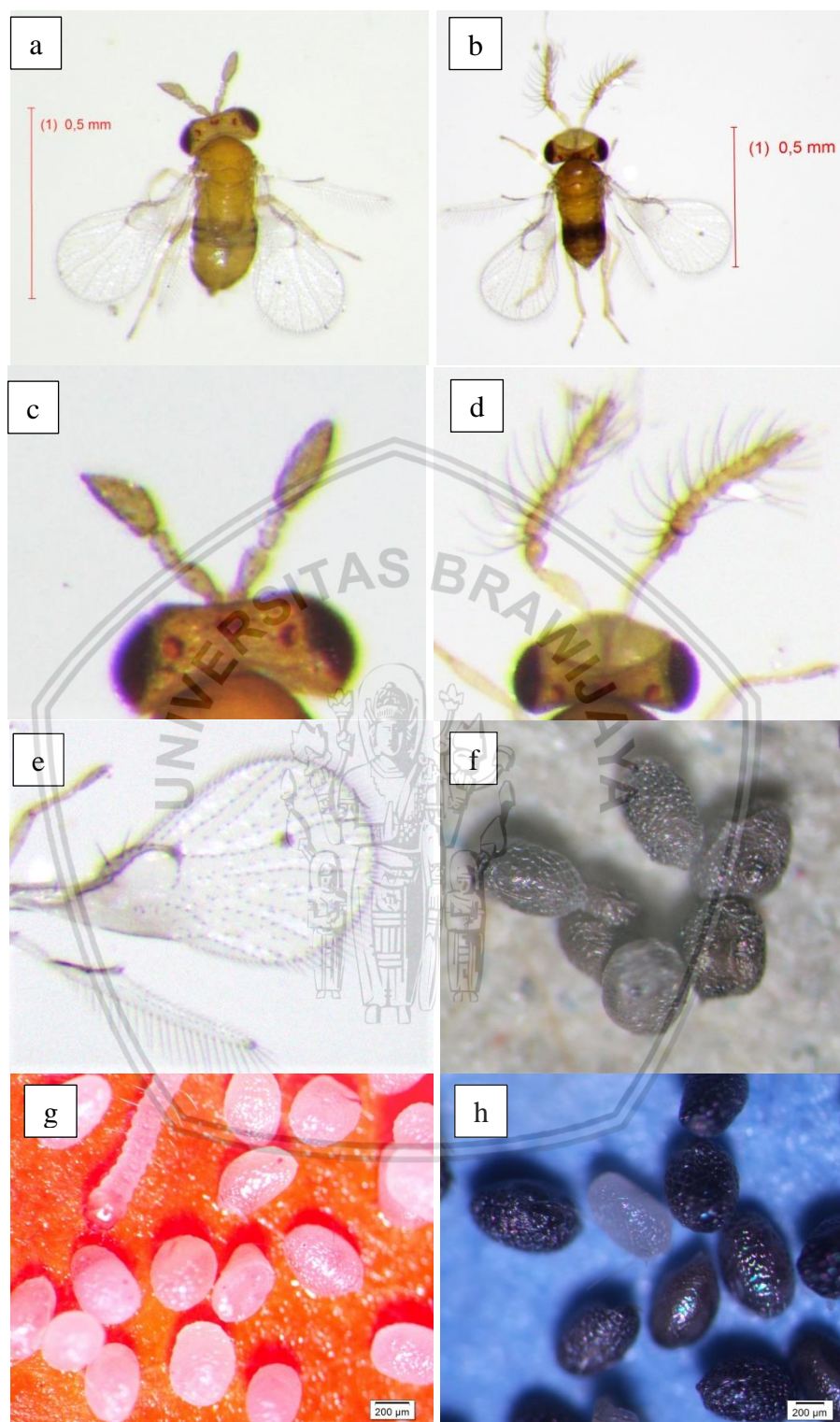
- George, Salt. 1934. Experimental Studies in Insect Parasitism VI. Host Suitability. London: Royal Society.
- Herlinda, Siti, Waluyo, E.P. Estuningsih, dan C. Irsan. 2008. Perbandingan Keanekaragaman Spesies dan Kelimpahan Arthropoda Predator Penghuni Tanah di Sawah Lebak yang Diaplikasi dan Tanpa Aplikasi Insektisida. *J. Entomologi Indonesia* 5(3): 97-107.
- Kartohardjono, Arifin. 2011. Penggunaan Musuh Alami Sebagai Komponen Pengendalian Hama Padi Berbasis Ekologi. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* 4(1): 29-46.
- Ksentini, I., T. Jardak and Z. Najiba. 2010. *Bacillus thuringiensis*, deltamethrin and spinosad side-effects on three *Trichogramma* species. *Bulletin of Insectology* 63 (1): 31-37.
- Laba, I Wayan. 2010. Analisis Empiris Penggunaan Insektisida Menuju Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* 3(2): 120-137.
- Liu, Y. X. Li, C. Zhou, F. Liu, and W. Mu. 2016. Toxicity of nine Insecticides on Four Natural Enemies *Spodoptera exigua*. *Sci. Rep.* 6, 39060; doi: 10.1038/srep39060.
- Mahmoudvand, M., A.S. Garjan and H. Abbasipour. 2011. Ovicidal Effect of Some Insecticides on the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera : Yponomeutidae). *Chilean J. of Agriculture Research* 71(2): 226-230.
- Marwoto. 2010. Prospek Parasitoid *Trichogrammatoidea Bactrae-Bactrae* Nagaraja (Hymenoptera) Sebagai Agens Hayati Pengendali Hama Penggerek Polong Kedelai *Etiella* sp. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* 3(4): 274-288.
- Murtiyarini, D. Buchori, dan U. Kartosuwondo. 2006. Penyimpanan Suhu Rendah Berbagai Fase Hidup Parasitoid: Pengaruhnya terhadap Parasitisasi dan Kebugaran *Trichogrammatoidea armigera* Nagaraja (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*). *J. Entomologi Indonesia* 3(2):71-83
- Meilin, Araz, Y.A. Trisyono, E. Marthono, dan D. Buchori. 2015. Pengaruh Insektisida Deltametrin terhadap Perilaku Orientasi Parasitoid *Anagrus nilavaparte* (Pang Et Wang) (Hymenoptera: Mymaridae) . *Jurnal Entomologi Indonesia* 12(3): 129-138.
- Nagaraja, H. 1978. Studies on Trchogramatoidea (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*). *Oriental Insect J.* 12(4): 489-530.
- Nagakartti, S. and H. Nagaraja, 1979. The Status of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hym: *Trichogrammatidae*). *J. Oriental Insect* 13(1-2): 115-118.
- Nagajartti, S. and H. Nagaraja. 1977. Biosystemics of *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* Spesices. *Ann. Rev. Entomologi* 22: 157-176.
- Nawaz, M., W. Cai, Z. Jing , X. Zhou, J.I. Mabubu, and H. Huang. 2017. Toxicity and sublethal effects of chlorantraniliprole on the development and fecundity of a non-specific predator, the multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis* (Pallas). *Chemosphere* 178: 496-503.

- Ntow, William J. 2008. The Use and Fate of Pesticide in Vagatable-Based Agroecosystem in Ghana. Wageningen University. Netherland.
- Nurindah. Teknik Perbanyakan Parasitoid Telur. (online) balittas.litbang.pertanian.go.id. Diakses pada 14 Maret 2017.
- Nurindah, Sunarto, D.A. dan Sujak. 2016. Evaluasi Pelepasan *Trichogramma* sp. untuk Pengendalian Penggerek Pucuk dan Batang Tebu. Jurnal Entomologi Indonesia 13(2): 107-116.
- Pabbage, M.S. 2013. Kinerja Parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood Dalam Pengendalian Penggerek Batang Jagung *Ostrinia furnacalis* Guenee Di Lapangan. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Purbaningrum L., T.K. Moekasan, W. Adiyoga, dan N. Gunadi. 2015. Empat Prinsip Dasar dalam Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT). (online) <http://balitsa.litbang.pertanian.go.id/>. Diakses pada 1 Mei 2017.
- Polaszek, A. 2010. Species Diversity and Host Associations of *Trichogramma* in Eurasia. Consoli *et al.*(ed.) Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis in *Trichogramma*, Progress in Biological Control 9. Springer science.
- Querino, R.B., R.A. Zucchi dan J.D. Pinto. Systematics of *Trichogrammatidae* (Hymenoptera:Chalcidoidea) eith a Focus on the Genera Attacking Lepidoptera. J. Progress in Biological control vol,9 hlm 191-218.
- Cônsoi F.L. dan Grenier, Simon. 2010. In Vitro Rearing of Egg Parasitoids. J. Progress in Biological control 9: 293-314.
- Redmond, C.T., and A.P. Daniel. 2017. Chlorantraniliprole: Reduced-risk Insecticide for Controlling Insect Pests of Woody Ornamentals with Low Hazard to Bees. Arboriculture & Urban Forestry 43(6):242–256.
- Roubos, C.R., C.R. Saona, R. Holdcraft, K.S. Mason and R. Isaacs. 2014. Relative Toxicity and Residual Activity if Insecticides Used in Blueberry Pest Management: Mortality of Natural Enemies. J. of Economic Etomology 107(1): 277-285.
- Sattar, S., Farmanullah, A. Saljoqi, M. Arif, H. Sattar, and J.I. Qazi. 2011. Toxicity of Some New Insecticides Against *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*) Under Laboratory and Extended Laboratory Conditions. Pakistan J.Zool 43: 1117-1125.
- Sabry, A.H., K.A. Hassan, and A.A. Rahman. 2014. Relative Toxicity of Some Modern Insecticides Againts The Pink Boll Worm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) and Their Residues Effects on Some Natural Enemies. International J. of Science, Environment and Technology 3(2):481-491.
- Setiawati, W., S. Tinny, dan B.K. Udiarto. 2004. Pemanfaatan Musuh Alami Dalam Pengendalian Hayati Hama pada Tanaman Sayuran. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Shimokawatoko, Y., N. Sato, H. Tanaka, and T. Yamaguchi. 2012. Development of the Novel Insecticide Spinetoram (DIANA). Sumitomo Kagaku 12.

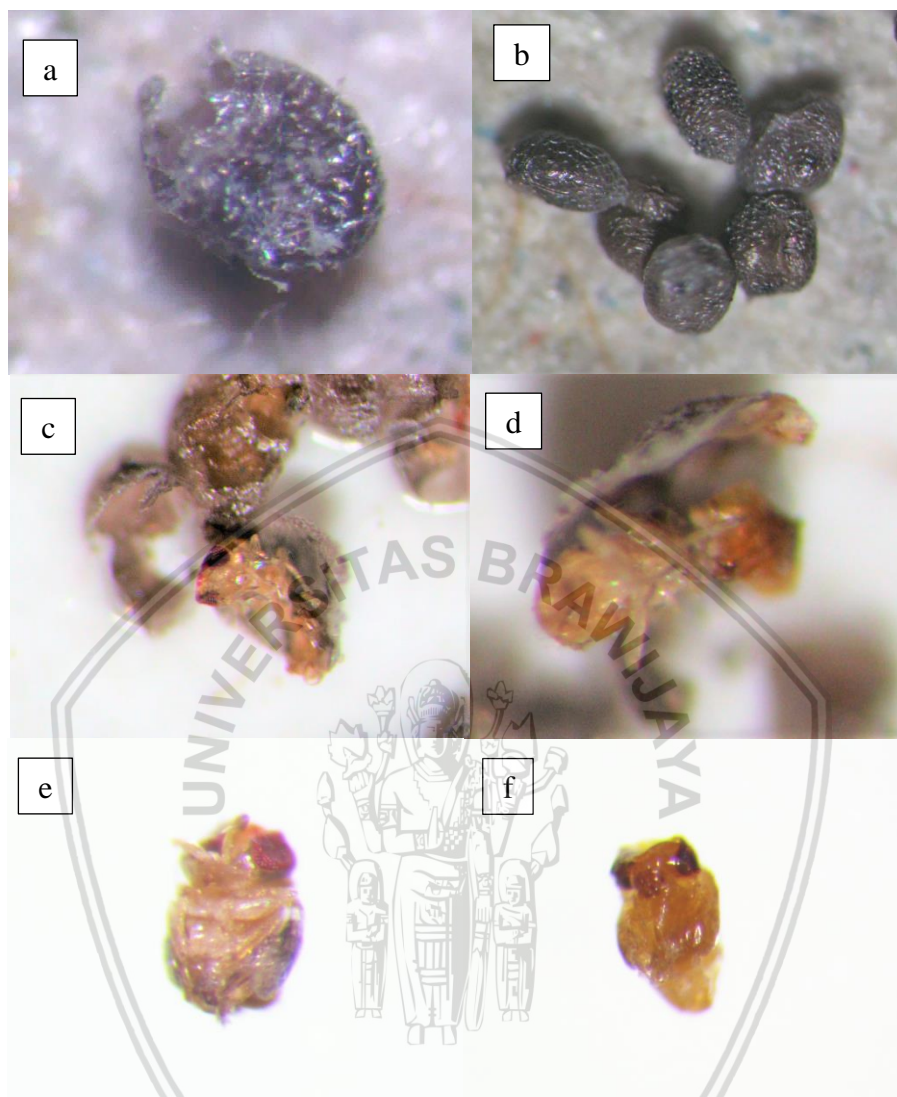
- Sudarsono, H. 2011. Kajian Beberapa Karakteristik Biologi Penggerek Batang Tebu Berkilat Chilo Auricilius dan Parasitoidnya (Trichogramma Chilonis). 1.33-1.39. Dalam Kumpulan Makalah Seminar Hasil. Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat UNILA.
- Suh, C.P.C., D.B. Orr, and J.W.V. Duyn. 2000. Effect of Insecticide on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) Preimaginal Development and Adult Survival. J. of Economic Entomology 93(3): 577-583.
- Taylor, Christoper. 2013. *Trichogramma* [online]. Available at <http://taxondiversity.fieldofscience.com/2013/05/Trichogramma.html>. (Verified 6th April 2018).
- Untung, K. 1996. Pengelolaan Hama Terpadu. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Untung, K. 2010. Diktat Dasar-Dasar Ilmu Hama Tanaman. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Yajri, F. 2010. Parasit Sahabat Kholifah [online]. Available at <http://www.trubus-online.co.id/parasit-sahabat-kholifah> (Diakses 6 April 2018).
- Yunus, M. 2005. Karakter Morfologi, Siklus Hidup, dan Perilaku Parasitoid, *Trichogramma* sp. Asal Dolago, Kabupaten Parigi-Moutong. J.Agrisains 6(3): 128-134.







Gambar Lampiran 1. *Trichogramma chilonis* jantan (a), *Trichogramma chilonis* betina (b), antenna betina (c), antenna jantan (d), sayap depan dan sayap belakang (e), telur inang *Corcyra cephalonica* terparasit *Trichogramma* (g) Telur *C.cephalonica* yang akan menetas {4 hari} (h) Telur *C.cephalonica* terparasit berwarna hitam {4 hari} .



Gambar Lampiran 2. *Trichogramma chilonis* gagal muncul dari telur inang (a)Telur inang (*C.cephalonica*) imago *T.chilonis* berhasil muncul ,(b) telur inang (*C.cephalonica*) imago *T.chilonis* gagal muncul, (c-d) kenampakan *T.chilonis* pada telur inang gagal muncul, (e-f) kenampakan *T.chilonis* yang gagal menjadi imago.

P0U1	P3U2	P2U3	P6U4
P1U1	P0U2	P3U3	P4U4
P2U1	P4U2	P0U3	P1U4
P3U1	P5U2	P4U3	P2U4
P4U1	P6U2	P5U3	P3U4
P5U1	P1U2	P6U3	P5U4
P6U1	P2U2	P1U3	P0U4

Gambar Lampiran 3. Rancangan acak kelompok

Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Tingkat Mortalitas *T. chilonis* pada uji residual

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	3	52,58	17,52	0,282	2,66
Perlakuan	6	31762	5293	85,322	
Galat	18	1116	62		
Total	27	32931	1219		

Koefisien keragaman 16,99%